

**PENGENDALIAN ORIENTASI ROBOT *POLE CLIMBING* DENGAN
METODE *SELF-TUNING CONTROLLER* PADA KONTES ROBOT
ABU INDONESIA 2016**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MOKHAMMAD HASYIM ASY'ARI
NIM. 135060301111083**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGENDALIAN ORIENTASI ROBOT *POLE CLIMBING* DENGAN
METODE *SELF-TUNING CONTROLLER* PADA KONTES ROBOT
ABU INDONESIA 2016**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

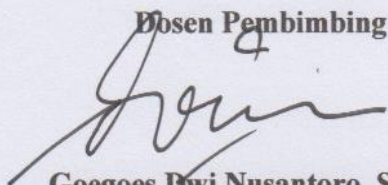


MOKHAMMAD HASYIM ASY'ARI

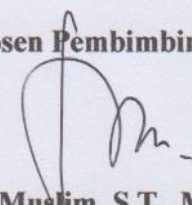
NIM.135060301111083

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 10 Agustus 2017

Dosen Pembimbing I

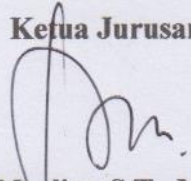

Goegoes Dwi Nusantara, ST., MT.
NIP. 197110132006041001

Dosen Pembimbing II


M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197412032000121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan


M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19741203 200012 1 001

JUDUL SKRIPSI:

PENGENDALIAN ORIENTASI ROBOT *POLE CLIMBING* DENGAN METODE *SELF-TUNING CONTROLLER* PADA KONTES ROBOT ABU INDONESIA 2016

Nama Mahasiswa : MOKHAMMAD HASYIM ASY'ARI

NIM : 135060301111083

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK KONTROL

Komisi Pembimbing :

Ketua : Goegoes Dwi Nusantara S.T., M.T.

Anggota : M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D

Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1 : Ir. Purwanto, M.T

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, M.T

Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Bambang Siswojo, M.T

Tanggal Ujian : 2 Agustus 2017

SK Penguji : 981/UN10.F07/SK/2017

The block contains five handwritten signatures, each positioned above a horizontal dotted line. The first signature is in black ink and appears to be 'Goegoes Dwi Nusantara'. The second signature is also in black ink and appears to be 'M. Aziz Muslim'. The third signature is in black ink and appears to be 'Ir. Purwanto'. The fourth signature is in blue ink and appears to be 'Dr. Ir. Erni Yudaningtyas'. The fifth signature is in black ink and appears to be 'Dr. Ir. Bambang Siswojo'.

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 2 Agustus 2017

Mahasiswa,

MOKHAMMAD HASYIM ASY'ARI

NIM. 135060301111083

*Teriring Ucapan Terima Kasih kepada:
Ayahanda dan Ibunda tercinta*

RINGKASAN

Mokhammad Hasyim Asy'ari, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2017, *PENGENDALIAN ORIENTASI ROBOT POLE CLIMBING DENGAN METODE SELF-TUNING CONTROLLER PADA KONTES ROBOT ABU INDONESIA 2016*, Dosen Pembimbing : Goegoes Dwi Nusantara, S.T., M.T. dan M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Phd.

Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) 2016 dengan tema “Clean Energy Recharging The World” mempunyai rule yang berbeda dari tahun-tahun sebelumnya. Mahasiswa diwajibkan membuat 2 robot yaitu robot Eco dan robot Hybrid. Masing-masing memiliki tugas yang berbeda. Robot Hybrid bertugas untuk memanjat dan meletakkan propeller dari wind turbine station. Dalam penelitian ini robot hybrid yang dibuat mempunyai 2 motor DC Planetary PG36 yang digunakan untuk memanjat dengan mengontrol orientasi posisi menggunakan sensor *rotary encoder* dari Robot Hybrid. Untuk mengontrol Robot Hybrid menggunakan metode *Self tuning Pole Placement* untuk mendapatkan parameter q_0 q_1 , q_2 , dan p_1 sebagai kontroler. Hasil perhitungan dari masing-masing motor DC PG36 diperoleh nilai $q_0 = 2,672993$, $q_1 = -0,0341019$, $q_2 = -0,029879$ dan $p_1 = -0,756215$ untuk motor 1 kemudian untuk motor 2 diperoleh nilai $q_0 = 2,651523$, $q_1 = -0,335160$, $q_2 = -0,018549$ dan $p_1 = -0,751193$. Untuk mengambil data kami menggunakan lintasan yang sama dengan Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI). Lintasan berupa tiang silinder dibagi menjadi 2 pengujian Pengujian perubahan sudut putaran sensor *rotary* (dengan sudut $> 35^\circ$ ke kanan) dan Pengujian perubahan sudut putaran sensor *rotary* (dengan sudut $> -35^\circ$ ke kiri) respon kedua motor ketika setpoint 225 rpm. Dengan *setpoint* yang sama memiliki respon kecepatan yang berbeda, pada setpoint 225 masing-masing motor 1 dan 2 memiliki settling time 0,15 detik untuk motor 1 dan error *steady state* 2,8% , dan untuk motor 2 dengan *settling time* 0,2 detik *error steady state* nya 2,9%

Kata kunci: Kontroler, *Self-tuning Controller*, Robot Hybrid.

SUMMARY

Mokhammad Hasyim Asy'ari, *Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, Control System Orientation Climbing Pole Robot Using Self-Tuning Controller in ABU Indonesia Robot Kontest 2016, Academic Supervisor: Goegoes Dwi Nusantara, S.T., M.T. and M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Phd.*

ABU Indonesia Robot Kontest (KRAI) 2016 with theme "Clean Energy Recharging The World" have a different rule from the previous year. College students must make 2 different robot that is a Eco robot and a hybrid robot. Every robot have a different mission. Hybrid robot have a mission to climb and put a propeller from wind turbin station. In this research the hybrid robot made with two motor DC Planetary PG36 with control the orientation using rotary sensor . to control orientation of hybrid robot using Self-Tuning Pole Placement to find parameters q_0 q_1 , q_2 , and p_1 for controller of robot ,the parameter's result each from motor DC PG36 with $q_0 = 2,672993$, $q_1 = -0,0341019$, $q_2 = -0,029879$ dan $p_1 = -0,756215$ for motor 1. For motor 2 with $q_0 = 2,651523$, $q_1 = -0,335160$, $q_2 = -0,018549$ dan $p_1 = -0,751193$. To take the data we used same track with Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI). The path on the form of cylindrical pole divided into 2 experiment with testing the angle changes of rotation sensor with angle $>35^\circ$ to right and than testing the angle changes of rotation sensor with angle $>-35^\circ$ to left both of motor response when the setpoint 225 rpm have different response of speed. For motor 1 with settling time 0.15 second , error steady state 2,8% and motor 2 obtained settling time 0.2 second with steady state error 2,9%

Keyword: *Controler, Self-tuningControler, Robot Hybrid*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Sehingga dengan baik penulis dapat menyelesaikan Laporan skripsi yang berjudul “**PENGENDALIAN ORIENTASI ROBOT *POLE CLIMBING* DENGAN METODE *SELF-TUNING CONTROLLER* PADA KONTES ROBOT ABU INDONESIA 2016**”. Laporan skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Kontrol Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dalam proses penulisan Laporan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Penulis menyadari bahwa kelancaran mulai dari penyusunan awal penelitian, pada saat penelitian dan penulisan Laporan ini berkat bantuan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Keluarga tercinta, kedua orang tua Bapak M Gufron, Ibu Yuli Astuti yang selalu memberikan do’a dan kasih sayang nya beserta perjuangan, pengorbanannya yang tiada henti. Kedua kaka yang menjadi penyemangat hidup , Johan Habibi dan Ike Firsta Khoirunnisa. dan Aprillya Sujarwati Putri yang selalu memberi do’a, dukungan, motivasi dan yang memberikan semangat penuh bagi penulis. Keluarga yang selalu menjadi tujuan berpulang.
3. Yang terhormat Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D. selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
4. Yang terhormat Bapak Ir. Purwanto, MT. Selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Teknik Kontrol Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Yang terhormat Bapak Goegoes Dwi Nusantara, ST., MT. Selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, solusi, dan motivasi dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Yang terhormat Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyusunan Skripsi ini.

7. Teman-teman Asisten Lab. Sistem Kontrol Diana, Yudha, Rony, Zaini, Iqbal, Rifan, Ana dan asisten Lab. Sistem Kontrol lainnya yang memberikan tempat dan kesempatan untuk belajar .
8. Teman-teman sekaligus sahabat kos Griya Najwa Rani, Mitha, Yessi, Endah, Rachma, Dinda, dan Tika Yang memberikan do'a, dan dukungannya.
9. Teman-teman Tim robot angkatan 2013 Itsna, Ryan, Surya, Doni, Alec, Oky, Shidqi, Hanif, Yuda, Hemi, Candra, Andy, Hasdi, Dicka, Ulya, Hesti, Ainur, Shinta, atas dukungan, bimbingan dan motivasinya.
10. Teman-teman seluruh anggota Tim Robot Universitas Brawijaya.
11. Teman-teman tim robot KRAI 2016-2017 Dicka, Arfai, Rizky, Anastiti Gilang luih, Gilang R, Enggar, Andy, Danu, Rahmat, Godam, dan Safe'i.
12. Teman-teman konsentrasi Teknik Kontrol Yudha, Shidqi, Ryan, Hanif, Ainur, Ulya, dan lainnya yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu.
13. Teman-teman kos Alit, Mukti, Hemi yang telah banyak memotivasi.
14. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2013 yang telah memberikan semangat, dorongan, dan motivasinya.
15. Semua pihak yang berperan secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi dimasa yang akan datang. Penulis sadar bahwa laporan ini masih ada banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Malang, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI).	Error! Bookmark not defined.
2.2. Arduino Mega 2560	Error! Bookmark not defined.
2.3. Rotary encoder Autonics E40H8	Error! Bookmark not defined.
2.4 Motor DC	Error! Bookmark not defined.
2.5 Driver Motor	Error! Bookmark not defined.
2.6 Pulse Width Modulation (PWM)	Error! Bookmark not defined.
2.7 Matlab R2013a.....	Error! Bookmark not defined.
2.8 Pseudo Random Binary Square	Error! Bookmark not defined.
2.9 Self-Tuning Controller (STC).....	Error! Bookmark not defined.
2.10 Kontroler	Error! Bookmark not defined.
2.11 Estimasi Parameter (<i>Recursive least Squares</i>).....	Error! Bookmark not defined.

2.12	Pole Placement	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN		
		Error! Bookmark not defined.
3.1	Perancangan Diagram Blok Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.2	Spesifikasi Desain.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Pengujian Setiap Blok	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Pengujian Plant (Motor DC-PG36)	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Pengujian Driver Motor (High Current 30 A DC Motor Driver BTS-7960)	Error! Bookmark not defined.
3.3.2.1	Pengujian Respon Driver Motor terhadap masukan sinyal Arah....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2.2	Pengujian Perubahan Nilai Vrata-rata terhadap perubahan Dutycycle	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Pengujian Rotary encoder E40H8	Error! Bookmark not defined.
3.4	Pembuatan Perangkat Keras	Error! Bookmark not defined.
3.5	Perancangan Rangkaian Elektrik	Error! Bookmark not defined.
3.6	Perancangan Software	Error! Bookmark not defined.
3.6.1	Perancangan Flowcart System.....	Error! Bookmark not defined.
3.7	Penentuan Fungsi Alih motor DC PG36 Menggunakan Metode Self Tuning Pole Placement.....	Error! Bookmark not defined.
3.8	Simulasi Matlab	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		
		Error! Bookmark not defined.
4.1	Perhitungan Parameter Kontrol	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pengujian Keseluruhan Sistem	Error! Bookmark not defined.
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
		Error! Bookmark not defined.
5.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		
		Error! Bookmark not defined.

LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
-----------------------	-------------------------------------

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Spesifikasi Hardware Arduino Mega 2560	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 2	Konfigurasi dari Pinout Rotary Encoder E40H8	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 3	Tabel Variasi Panjang Sekuensial PRBS	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 1	Data pengujian Motor.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2	Hasil Data Perubahan Masukan Terhadap Arah Gerak Platform.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3	Perubahan Dutycycle Terhadap Tegangan rata-rata pada Driver.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4	Rata-rata Hasil Pengujian Rotary Encoder Sudut Positif ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 5	Rata-rata Hasil Pengujian Rotary Encoder Sudut Negatif	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1	Parameter q_0, q_1, q_2 , dan p_1 Motor DC Planetary PG36.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2	Rekapitulasi Analisis Grafik Respon Motor Terhadap Perubahan Setpoint	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3	Rekapitulasi Perubahan Orientasi terhadap Kecepatan Motor.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4	Rekapitulasi Respon Motor	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Lapangan perlombaan KRAI 2016	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2	Arduino Mega 2560	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3	Rotary encoder E40H8	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4	Perbedaan masing-masing output rotary encoder E40H8	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5	Elemen-Elemen Dasar Motor DC D-6759	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6	Motor DC Planetary PG36.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7	Driver Motor H-Bridge BTS7960	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 8	Konfigurasi Driver Motor H-Bridge BTS7960	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 9	Sinyal Pwm secara umum.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 10	Tampilan Software Matlab R2013a.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 11	Register Geser 5 Bit dengan umpan balik	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 12	Diagram Blok Self Tuning Controller	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 13	Frekuensi karakteristik dua sistem dengan gain steady state yang sama	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1	Diagram Blok Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2	Grafik Perubahan Terhadap Kecepatan Motor DC PG-36 ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3	Skema Pengujian Driver motor dalam perubahan ara gerak motor.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4	Skema Pengujian Dutycycle Driver dan Mikrokontroler	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5	Grafik Hubungan Dutycycle terhadap Vrata-rata.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6	Grafik rata-rata hasil pengujian rotary encoder	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7	Perangkat Keras Robot Hybrid (Pemanjat)	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3. 8 Sistem Kerja Perancangan Elektrik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Flowchart Sistem secara keseluruhan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Struktur Model ARX	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 11 Input dan Output PRBS motor 1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 12 Input dan Output PRBS motor 2	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 13 Tampilan System Identification Tool.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 14 Hasil Estimasi Model Motor 1.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 15 Hasil Estimasi Model Motor 2.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 16 Nilai Rise Time Output Motor DC PG36 Motor 1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 17 Nilai Settling Time Output Motor DC PG36 Motor 1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 18 Nilai Rise Time Output Motor DC PG36 Motor 2.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 19 Nilai Rise Time Output Motor DC PG36 Motor 2.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 20 Skema keseluruhan blok kontrol dengan Matlab Simulink	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Grafik Respon Motor DC PG36 Motor 1 dengan Motor 2.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Bentuk Lintasan Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Perubahan Respon motor terhadap Setpoint yang Diberikan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Grafik Respon Motor dengan setpoint 225 rpm.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Foto alat.....	59
Lampiran 2.	Listing Program.....	61
Lampiran 3.	Datasheet.....	85
Lampiran 4.	Data Pengujian.....	123